

⑤

Int. Cl. 7

**F 23 N 5/24**

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

F 23 M 11/04

G 01 D 21/00



**DE 27 53 485 A 1**

①1

# **Offenlegungsschrift 27 53 485**

②1

Aktenzeichen:

P 27 53 485.6

②2

Anmeldetag:

1. 12 77

④3

Offenlegungstag:

15. 6. 78

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

8. 12. 76 Niederlande 7613622

⑤4

Bezeichnung:

Vorrichtung zur Bestimmung des Wirkungsgrades eines Heizapparats

⑦1

Anmelder:

N.V. Nederlandse Gasunie, Groningen (Niederlande)

⑦4

Vertreter:

Bauer, H., Pat.-Anw., 5100 Aachen

⑦2

Erfinder:

Bergman, Albert Pieter, Oosterbroek (Niederlande)

**DE 27 53 485 A 1**

Patentansprüche:

- (1.) Vorrichtung zur Bestimmung des Wirkungsgrades eines Heizapparats mit Meßinstrumenten, welche die Temperatur sowie den Sauerstoffgehalt oder den Kohlendioxydgehalt der aus dem Heizapparat tretenden Abgase messen und den gemessenen Größen entsprechende elektrische Signale erzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßinstrumente mit einem Rechner verbunden sind, der imstande ist, die Größe  $\eta$  digital wiederzugeben, nachdem der Rechner diese Größe  $\eta$  aus den in Form der genannten elektrischen Signale erhaltenen Meßangaben nach der Formel:

$$\eta = D - \left( \frac{A}{(O_2)_{\text{atm}} - (O_2)} + C \right) \Delta T$$

oder:

$$\eta = D - \left( \frac{B}{(CO_2)} + C \right) \Delta T$$

errechnet hat, worin:

$\eta$  = Wirkungsgrad in %;

$(O_2)$  = gemessener Gehalt an Sauerstoff der Abgase in Vol.-%;

$(O_2)_{\text{atm}}$  = Gehalt an Sauerstoff in der zugeführten Verbrennungsluft in Vol.-%;

$(CO_2)$  = gemessener Gehalt an Kohlendioxyd der Abgase in Vol.-%;

A, B, C, D = die am Rechner eingestellte Größe, deren Wert von dem im Heizapparat verbrannten Brennstoff abhängig ist;

- 2 -  
2

$\Delta T$  = Unterschied zwischen der Temperatur T der Abgase und einer Referenztemperatur.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Mittel, um die Größen A oder B, C und D am Rechner auf einen Wert einzustellen, der zu dem im Heizapparat verbrannten Brennstoff paßt.
3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Größen A oder B, C und D zwischen folgenden Werten eingestellt oder einstellbar sind:  
A zwischen 0,60 und 0,90  
B " 0,30 und 0,80  
C " 0,0040 und 0,0090  
D " 75 und 95.
4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Größen A oder B, C und D auf Werte eingestellt werden, welche sich nicht mehr als 10 % (relativ) von den folgenden Werten unterscheiden:  
A = 0,78  
B = 0,34  
C = 0,0076  
D = 90.
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4, gekennzeichnet durch Mittel, mit denen auch die gemessene Abgastemperatur T digital wiedergegeben werden kann.

- 3 -

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 5, gekennzeichnet durch Mittel, mit denen auch der Luftüberschuß, der Luftfaktor, der gemessene Sauerstoffgehalt ( $O_2$ ) oder der gemessene Kohlendioxydgehalt ( $CO_2$ ) digital wiedergegeben werden können.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine Ausführungsform, durch die der Rechner imstande ist, eine Größe  $n$  digital anzugeben, nachdem der Rechner diese Größe  $n$  aus den in Form der genannten elektrischen Signale erhaltenen Meßangaben nach der Formel:

$$n = \frac{(O_2)}{(O_2)_{atm}} \cdot 100 \%$$

oder:

$$n = \frac{(CO_2)_{max} - (CO_2)}{(CO_2)_{max}} \cdot 100 \%$$

berechnet hat, worin:

$n$  = Luftüberschuß in %;

$(CO_2)_{max}$  = maximal möglicher Wert an Kohlendioxyd der Abgase für den im Heizapparat verbrannten Brennstoff bei stöchiometrischer Menge der zugeführten Luft und vollständiger Verbrennung;

$(O_2)$ ,  $(O_2)_{atm}$ ,  $(CO_2)$  die schon in Anspruch 1 angegebenen Bedeutungen haben.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung mit Mitteln zum Messen des Kohlendioxydgehalts ( $\text{CO}_2$ ) in den Abgasen versehen ist, gekennzeichnet durch Mittel, um die Größe ( $\text{CO}_2$ ) auf den beim Betrieb des Heizapparats verbrannten Brennstoff<sup>max</sup> passenden Wert einzustellen.
9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 8, gekennzeichnet durch einen Wahlschalter, womit der für eine bestimmte Art von Brennstoff geltende Wert der Konstanten A, B, C und D und ( $\text{CO}_2$ )<sup>max</sup> gleichzeitig auf den Rechner einstellbar ist.
10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 9, gekennzeichnet durch ein Absaugpyrometer zur Bestimmung der Temperatur T der Abgase.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Absaugpyrometer für das Ansaugen der Gasprobe zur Bestimmung des ( $\text{O}_2$ ) oder ( $\text{CO}_2$ ) benutzbar ist.

2753485

5

HUBERT BAUER  
PATENTANWALT

H. BAUER PAT.-ANW. · D-51 AACHEN · LOTHRINGER STRASSE 53 / RCKE WILHELMSTRASSE

Deutsches Patentamt  
Zweibrückenstr. 12

8000 München 2

TELEFON (0841) 504855

TELEGRAMME: PATENTBAUER AACHEN

POSTCHECK KÖLN 531333-504

DEUTSCHE BANK AG, AACHEN 8508631

IHRE ZEICHEN

IHRE NACHRICHT

MEINE ZEICHEN

B/Du (813)

AACHEN

30. Nov. 1977

P a t e n t a n m e l d u n g

Ann.: Firma N.V. Nederlandse Gasunie, P. O. Box 19,  
NL - Groningen (Niederlande)

Bez.: Vorrichtung zur Bestimmung des Wirkungsgrades eines Heiz-  
apparats

- 2 -

809824/0669

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Wirkungsgrades eines Heizapparats mit Meßinstrumenten, welche die Temperatur sowie den Sauerstoffgehalt oder Kohlendioxydgehalt der aus dem Heizapparat tretenden Abgase messen und den gemessenen Größen entsprechende elektrische Signale erzeugen.

In der Praxis wird für den Wirkungsgrad von mit fossilen Brennstoffen geheizten Apparaten, wie beispielsweise Zentralheizungen und Warmwassererzeuger, manchmal ein Begriff benutzt, der aus folgender Beziehung resultiert:

$$\eta = \frac{\text{zugeführte Wärme} - \text{Abgaswärme}}{\text{zugeführte Wärme}}$$

Die zugeführte Wärme ist die Menge der mit Brennstoff und Luft dem Apparat zugeführten Kalorien; die Abgaswärme ist die Menge an Kalorien, die mit den Abgasen den Apparat verlassen. Die Größe dieses sog. Schornsteinverlusts kann bei der Konstruktion oder beim Einregulieren des Apparats durch bestimmte Maßnahmen beeinflusst werden. Der Luftüberschuß und die Abgaswärme sind voneinander abhängig und bestimmen vornehmlich die Größe des Verlustes. Bei Annäherung wird der Prozentsatz an Verlust durch die Formel von Siegert wie folgt angegeben:

$$w = f \frac{T - t}{(CO_2)},$$

worin:

$w$  = Wärmeverlust in % bei vollständiger Verbrennung;

$f$  = sog. Koeffizient von Siegert, welcher vom Brennstoff abhängig ist;

$T$  = Temperatur der Abgase in  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t$  = Temperatur der zugeführten Verbrennungsluft in  $^{\circ}\text{C}$ ;

$(\text{CO}_2)$  = Kohlendioxydgehalt der Abgase in Vol.-%.

Der Koeffizient  $f$  nach Siegert ist für bestimmte Brennstoffe nicht ganz konstant und in etwa abhängig vom Kohlendioxydgehalt der Abgase.

Wird nicht der Kohlendioxydgehalt aber der Sauerstoffgehalt der Abgase gemessen, so wird der Prozentsatz an Verlust bei Annäherung durch eine ähnliche Formel gegeben, nämlich:

$$w = f' \frac{T - t}{\underset{\text{atm}}{(\text{O}_2)} - (\text{O}_2)}, \text{ worin:}$$

$f'$  = Koeffizient (welcher von  $f$  verschieden ist), der vom Brennstoff abhängig ist;

$(\text{O}_2)$  = Sauerstoffgehalt der Abgase in Vol.-%;

$(\text{O}_2)_{\text{atm}}$  = Sauerstoffgehalt der zugeführten Verbrennungsluft in Vol.-% (hierfür nimmt man meistens einen Wert von 21 % an).

In der Praxis hat es sich gezeigt, daß der Wirkungsgrad oft nicht optimal eingeregelt wird. Ein Grund dafür ist, daß das Messen des



Kohlendioxyd- oder Sauerstoffgehalts und der Schornsteintemperatur und die Berechnung des Wirkungsgrades nach der Formel von Siegert für den Durchschnittsfachmann zu kompliziert und zeitraubend sind.

Eine Vorrichtung, mit der auf einfache Weise und schnell bestimmt werden kann, wann für den betreffenden Apparat der optimal höchste Wirkungsgrad erreicht ist und wie hoch dieser annähernd ist, die auch angeben kann, wodurch dieser Wirkungsgrad evtl. nicht erreicht wird, kann eine große Verbesserung bringen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu erhalten, mit der es möglich ist, die vorgenannten Bestimmungen durchzuführen.

Die Erfindung betrifft somit eine Vorrichtung zur Bestimmung des Wirkungsgrades eines Heizapparats und ist dazu mit Meßinstrumenten versehen, welche die Temperatur und auch den Sauerstoffgehalt oder den Kohlendioxydgehalt der aus dem Heizapparat austretenden Abgase messen können, wobei die Meßinstrumente elektrische Signale erzeugen können, die mit den gemessenen Größen übereinstimmen. Nach der Erfindung sind die Meßinstrumente mit einem Rechner verbunden, der imstande ist, die Größe  $\eta$  digital wiederzugeben, nachdem der Rechner diese Größe aus den in Form der genannten elektrischen Signale enthaltenen Meßangaben nach der Formel:

$$\eta = D - \left( \frac{A}{(O_2)_{\text{atm}} - (O_2)} + C \right) \Delta T$$

oder

$$\eta = D - \left( \frac{B}{(CO_2)} + C \right) \Delta T$$

errechnet hat, worin:

$\eta$  = Wirkungsgrad in %;

$(O_2)$  = gemessener Gehalt an Sauerstoff der Abgase in Vol.-%;

$(O_2)_{atm}$  = Gehalt an Sauerstoff in der zugeführten Verbrennungsluft in Vol.-%;

$(CO_2)$  = gemessener Gehalt an Kohlendioxyd der Abgase in Vol.-%;

A, B, C, D = am Rechner eingestellte Größe, deren Wert von dem im Heizapparat verbrannten Brennstoff abhängig ist;

$\Delta T$  = Unterschied zwischen der Temperatur T der Abgase und einer Referenztemperatur.

Meistens nimmt man als Referenztemperatur die Temperatur der zugeführten Verbrennungsluft und für  $(O_2)_{atm}$  den Wert von 21 %.

Für einen gegebenen Brennstoff ist die Größe D bestimmt durch:

$$D = \frac{\text{oberster Verbrennungswert}}{\text{unterster Verbrennungswert}} \cdot 100 \%$$

Die Vorrichtung nach der Erfindung ist sehr bequem zur Bestimmung des Wirkungsgrades von Heizapparaten, die mit Erdgas aus Groningen oder ähnl. Erdgas betrieben werden, das hauptsächlich 81,3 %  $CH_4$ , 14,4 %  $N_2$  und 0,9 %  $CO_2$  enthält. Die Werte von A, B und C für Erdgas aus Groningen und für willkürliche Arten von Heizöl und Koks sind folgende:

	A	B	C
Erdgas Groningen	0,78	0,34	0,0076
Leichtöl	0,67	0,48	0,0075
Schweröl	0,67	0,51	0,0062
Koks	0,84	0,69	0,0043

Für andere Arten von Gas, Öl oder Koks können andere Werte gelten. Die Konstanten A, B, C und D liegen überwiegend zwischen den folgenden Werten:

A zwischen 0,60 und 0,90  
 B " 0,30 und 0,80  
 C " 0,0040 und 0,0090  
 D " 75 und 95.

Eine Vorrichtung nach der Erfindung, die für Wirkungsgradmessungen an Heizapparaten benutzt werden soll, welche nicht alle dieselbe Brennstoffsorte heizen, wird vorzugsweise mit Mitteln versehen, um die Konstanten A oder B, C und D auf die Werte einzustellen, die zu dem im Heizapparat eingesetzten Brennstoff passen. Dazu sind vorzugsweise die Konstanten A oder B, C und D im Bereich zwischen den oben genannten Werten einstellbar.

Wenn insbesondere der Brennstoff Erdgas aus Groningen oder ein ähnl. Erdgas oder ein synthetisches Gas ist, sind vorzugsweise die Konstanten A oder B, C und D auf Werte eingestellt, welche nicht mehr als 10 % (relativ) sich unterscheiden von den folgenden Werten:

$$A = 0,78$$

$$B = 0,34$$

$$C = 0,0076$$

$$D = 90.$$

Um einen Hinweis zu bekommen, weshalb evtl. der optimale Wirkungsgrad des Heizapparats nicht erreicht wird, ist eine Vorrichtung nach der Erfindung vorzugsweise mit Mitteln versehen, womit die gemessene Temperatur T digital wiedergegeben werden kann, und/oder mit Mitteln ausgestattet, womit auch der Luftüberschuß, der Luftfaktor, der gemessene Sauerstoffgehalt ( $O_2$ ) oder der gemessene Kohlendioxydgehalt ( $CO_2$ ) digital wiedergegeben werden kann. Vorzugsweise ist die Vorrichtung derart ausgeführt, daß der Rechner imstande ist, den Luftüberschuß in % digital anzugeben, nachdem diese Größe aus den in Form der genannten elektrischen Signale enthaltenen Meßangaben nach der Formel:

$$n = \frac{(O_2)}{(O_2)_{atm}} \cdot 100 \%$$

oder

$$n = \frac{(CO_2)_{max} - (CO_2)}{(CO_2)_{max}} \cdot 100 \%$$

berechnet wurde, worin:

$n$  = Luftübermaß in %;

$(CO_2)_{max}$  = maximal möglicher Wert des Kohlendioxydgehalts der Abgase für den im Heizapparat verbrannten Brennstoff bei stöchiometrischer Menge der zugeführten Luft und voll-

ständiger Verbrennung;

( $O_2$ ), ( $O_2$ )<sub>atm</sub>, ( $CO_2$ ) die schon näher angegebene Bedeutung haben.

Die Vorrichtung kann auch digital den Luftfaktor L als Verhältniszahl wiedergeben. Unter Luftfaktor wird hier eine Größe L verstanden, wofür gilt:

$$L = \frac{Q}{Q_{(min)}} , \text{ worin:}$$

Q = zugeführte Menge an Verbrennungsluft und

$Q_{(min)}$  = minimal für die stöchiometrische Verbrennung benötigte Menge an Verbrennungsluft.

Auch der Luftfaktor läßt sich aus dem gemessenen Sauerstoffgehalt oder Kohlendioxydgehalt errechnen; man bevorzugt aber die Verwendung des oben definierten Luftüberschusses.

Wenn die Vorrichtung nach der Erfindung so ausgeführt ist, daß der Rechner den Luftüberschuß n aus dem Kohlendioxydgehalt ( $CO_2$ ) wie oben angegeben berechnen kann, dann ist die Vorrichtung vorzugsweise mit Mitteln versehen, um die Größe ( $CO_2$ ) auf den Wert einzustellen, der zu dem im Heizapparat verbrannten<sup>max</sup> Brennstoff paßt.

Für Erdgas aus Groningen ist ( $CO_2$ )<sub>max</sub> = 11,8 %.

Die Erfindung wird anhand einer Zeichnung erläutert, worin eine Ausführungsform der Vorrichtung nach der Erfindung schematisch als nicht beschränkendes Beispiel wiedergegeben ist. Die Positionszahlen in der Zeichnung haben die folgende Bedeutung:

- 1 eine mit Erdgas aus Groningen betriebene Heizeinrichtung;
- 2 ein Abfuhrkanal für die Verbrennungsgase aus der Heizeinrichtung 1;
- 3 ein Absaugpyrometer, mit dem heiße Verbrennungsgase aus dem Kanal 2, ungefähr dort, wo dieser auch an die Heizeinrichtung 1 angeschlossen ist, abgesaugt werden können;
- 4 ein Absaugrohr des Absaugpyrometers 3;
- 5 eine Thermokuppel, mit der die Temperatur der durch das Absaugpyrometer abgesaugten heißen Verbrennungsgase gemessen werden kann;
- 6 ein Ventilator, mit dem Verbrennungsgase durch das Absaugrohr 4 abgezogen werden können;
- 7 ein Kühler für das Kühlen von abgesaugtem Gas;
- 8 ein Ventilator, mit dem Kühlluft durch den Kühler 7 gesaugt werden kann;
- 9 eine am Ventilator 6 angeschlossene Gasleitung (ein Rohr oder ein Schlauch) für das Weiterleiten von gekühltem Verbrennungsgas;
- 10 ein Analyseapparat, der über die Leitung 9 gekühlte Abgase erhält und ein elektrisches Signal erzeugen kann, das mit dem Kohlendioxydgehalt der Abgase übereinstimmt;
- 11 eine Meßschaltung, an die die Thermokuppel 5 angeschlossen ist und die ein elektrisches Signal erzeugen kann, das mit der gemessenen Temperatur  $\theta$  der heißen Verbrennungsgase übereinstimmt;
- 12 ein elektronischer Rechner, der die Ausgangssignale von dem Analyseapparat 10 und der Temperaturmeßschaltung 11 erhält und daraus den Wirkungsgrad  $\eta$  und den Luftüberschuß  $n$  errechnen kann;

- 13 ein Wählschalter, womit die für eine bestimmte Brennstoffart geltenden Werte der benötigten Konstanten gleichzeitig im Rechner 12 eingestellt werden können; dieser Schalter ist hier als Drehschalter dargestellt; er kann aber auch ein anderer Typ, z. B. ein Schalter mit Drucktasten, sein;
- 14 ein Digitaldisplay, das mit dem Rechner 12 verbunden ist, worauf der Luftüberschuß  $n$ , die Temperatur der Abgase ( $T_r$ ) und der Wirkungsgrad  $\eta$  in Zahlform wiedergegeben werden können;
- 15 ein Kasten, in dem die Teile 10 bis 14 zusammen untergebracht sind.

809824/0669

2753485

- 15 -

Nummer:

Int. Cl. 2:

Anmeldetag:

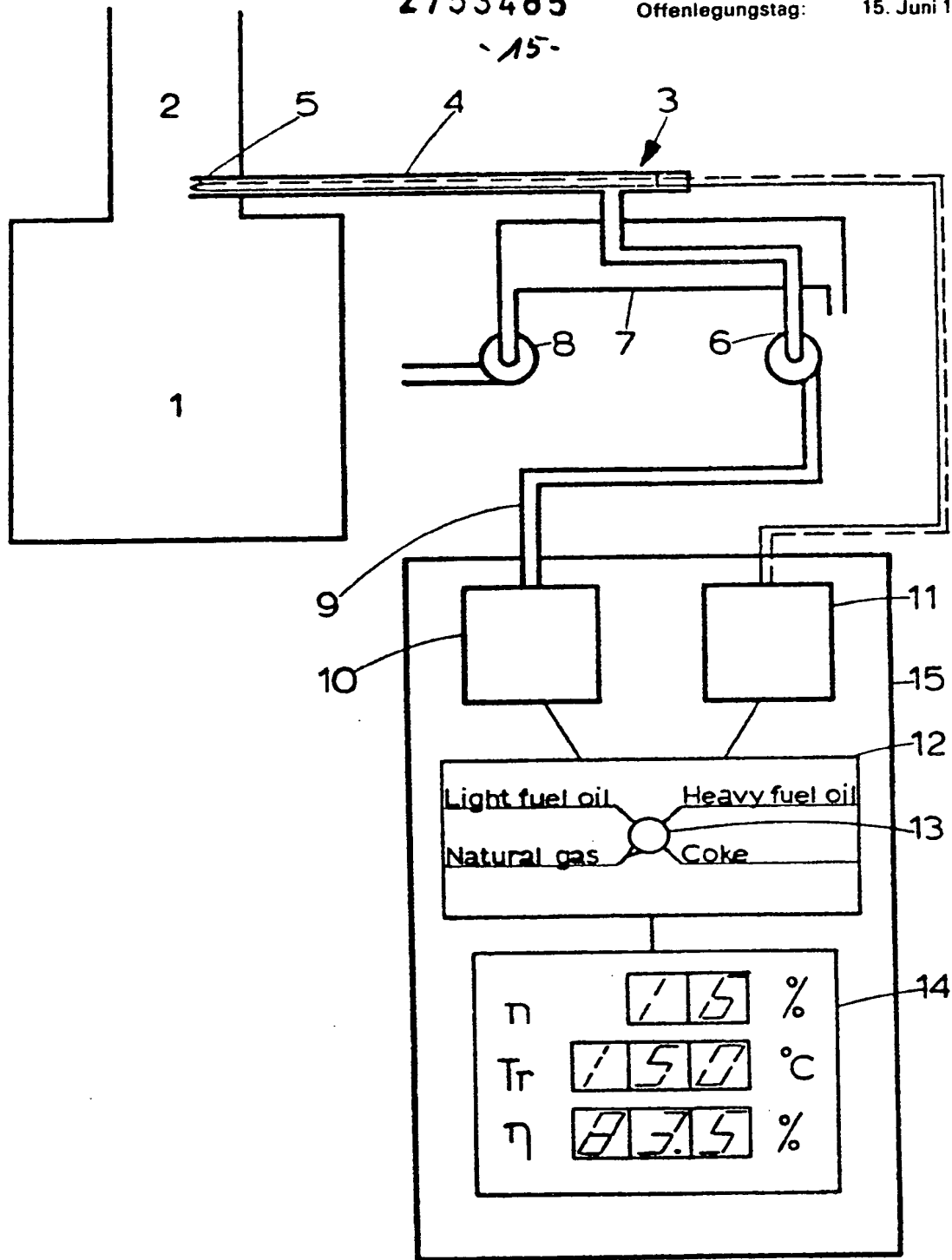
Offenlegungstag:

27 53 485

F 23 N 5/24

1. Dezember 1977

15. Juni 1978



809824/0669

2865

N.V. NEDERLANDSE GASUN